



(11)

EP 3 092 370 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.04.2019 Patentblatt 2019/16

(51) Int Cl.:
F01B 9/04 (2006.01) **F02B 75/32** (2006.01)
F01B 1/10 (2006.01) **F02B 75/06** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14806267.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/076351

(22) Anmeldetag: **03.12.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/082517 (11.06.2015 Gazette 2015/23)

(54) **GLEICHRAUMVERBRENNUNGSMOTOR**

CONSTANT-VOLUME COMBUSTION ENGINE

MOTEUR À COMBUSTION INTERNE À VOLUME CONSTANT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **06.12.2013 DE 102013225147**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.11.2016 Patentblatt 2016/46

(73) Patentinhaber: **Baustoffwerke Gebhart & Söhne GmbH & Co. KG**
88137 Aichstetten (DE)

(72) Erfinder:
• **GEBHART, Friedrich**
87700 Memmingen (DE)

• **MAIER, Richard**
87700 Memmingen (DE)

(74) Vertreter: **Markfort, Iris-Anne Lucie Lorenz & Kollegen**
Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB
Alte Ulmer Straße 2
89522 Heidenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 905 983 WO-A1-01/02752
WO-A1-90/05862 WO-A1-97/26452
DE-A1-102007 033 909 DE-C- 440 465
DE-U1- 20 308 685

EP 3 092 370 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen als Hubkolbenmotor ausgebildeten Gleichraumverbrennungsmotor, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft zudem ein Verfahren zum Betrieb eines Gleichraumverbrennungsmotors gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 8 und die Verwendung eines Gleichraumverbrennungsmotors gemäß den Ansprüchen 10 und 11. Hubkolbenmotoren sind in einer Vielzahl von unterschiedlichen Ausführungsformen aus dem Stand der Technik wohlbekannt.

[0002] So offenbart beispielsweise die Französische Patentanmeldung FR 2 955 149 A1 einen Verbrennungsmotor, der zumindest eine Kolben-/Zylindereinheit aufweist, wobei der Kolben über zwei Kolbenstangen mit zwei Kurbelwellen bewegbar verbunden ist. Dabei treiben die beiden Kolbenstangen den zugehörigen Kolben gemeinsam an. Die beiden Kurbelwellen, welche einem Kolben zugeordnet sind, sind ihrerseits mit einem Zahnrad versehen, wobei die beiden Zahnräder der beiden Kurbelwellen eines Kolbens miteinander in Eingriff stehen und aneinander abwälzen. Durch die Anordnung der parallel ausgerichteten Kurbelwellen eines Kolbens wird der Entspannungshub, d.h. die Verlagerung des Kolbens vom oberen Totpunkt zum unteren Totpunkt verlängert, nämlich von 180 Grad auf 220 bis 225 Grad, während der Verdichtungshub, d.h. die Verlagerung des Kolbens vom unteren Totpunkt zum oberen Totpunkt von 180 Grad auf 135 Grad verkürzt wird.

Ähnliche Anordnungen sind auch aus DE 40 13 754 A1 und DE 10 2009 005 447 A1 bekannt.

[0003] Die englische Patentanmeldung GB 2 053 352 A offenbart einen Viertaktmotor, bei dem ebenfalls zwei Kurbelwellen zum Antrieb des Kolbens genutzt werden. Diese sind miteinander in der Weise gekoppelt, dass sie sich in einem vorgegebenen Drehzahlverhältnis von zwei zu eins relativ zueinander drehen. Die damit verbundenen Kurbelstangen sind jeweils mit einem Ende an einer schwimmenden Querverbindung befestigt und mit ihrem anderen Ende an der ersten bzw. zweiten Kurbelwelle. Auch bei dieser Lösungsvariante sind die beiden Kurbelwellen über dazwischen angeordnete Zahnräder, Kettenantriebe oder dgl. miteinander drehgekoppelt. Die Befestigungspunkte der Kolbenstangen an den jeweiligen Kurbelwellen sind derart gewählt, dass bei Beginn des Ansaugtaktes - zu diesem Zeitpunkt ist der Kolben des Zylinders in seiner obersten Position - die erste Kolbenstange ebenfalls in ihrer obersten Position ausgelenkt ist, während die zweite Kolbenstange in einer Position mit einem Phasenversatz von 90 Grad von der obersten Stellung steht. Die Bewegung der schwimmenden Verbindung wird über einen Arm geführt, sodass auf die Verbindungsstange eine überlagerte Bewegung der ersten und der zweiten Kurbelwelle übertragen werden kann.

[0004] Die vorstehend beschriebenen Gestaltungsvarianten von Hubkolbenmotoren sind vergleichsweise aufwendig und benötigen dementsprechend mehr Bau-

raum, als übliche Hubkolbenmotoren mit nur einer Pleuellstange je Kolben.

[0005] Weiterhin beschreibt die DE 203 08 685 U1 eine als Planetengetriebe ausgebildete Getriebevorrichtung, enthaltend: zwei parallele Bahnen, von denen eine stationär angeordnet und die andere bewegbar gelagert ist, wenigstens ein zwischen den beiden Bahnen angeordnetes und an seinem Umfang mit beiden Bahnen in Wirkverbindung stehendes Planetenrad, eine parallel zu den beiden Bahnen bewegbare Lagerachse, um die das Planetenrad drehbar gelagert ist, und eine Kraftübertragungsachse, wobei die Anordnung derart getroffen ist, daß das Planetenrad durch Abrollen an der stationär angeordneten Bahn sowohl Bewegungen der Kraftübertragungsachse auf die beweglich gelagerte Bahn als auch umgekehrt Bewegungen der beweglichen Bahn auf die Kraftübertragungsachse übertragen kann. Dabei ist die Kraftübertragungsachse exzentrisch an der Lagerachse angeordnet ist.

[0006] Die DE 10 2007 033909 A1 beschreibt ferner ein PLV-Triebwerk bestehend aus einem Pleuel-Längen-Variator und einem klassischen Kurbeltrieb mit Pleuel-Stange und Kurbelwelle, wobei die klassische Pleuel-Stangenlänge durch einen Pleuel-Längen-Variator - ohne Veränderung der Pleuelzapfen-Position mit Pleuelboden, auf der Zylinderachse - verlängert wird.

[0007] Die EP 1 905 983 A1 beschreibt ebenfalls eine Vorrichtung zur Erzeugung kinetischer Energie in einem Verbrennungsmotor. Weitere relevante Schriften zum Stand der Technik sind die Dokumente WO 97/26453 A1, WO90/05862 A1, WO 01/02752 A1 und DE 440 465 C, auf die der Vollständigkeit halber auch verwiesen wird.

[0008] Demgemäß besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die Vorteile der bekannten Hubkolbenmotoren zu erzielen und gleichzeitig einen vergleichsweise bauraumsparenden Aufbau bereit zu stellen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch einen Gleichraumverbrennungsmotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0010] Demgemäß wird ein Gleichraumverbrennungsmotor, insbesondere ein Hubkolbenmotor zur Erzeugung mechanischer Energie durch Expansion eines Gases oder eines Heißgases aus der Verbrennung eines Gas- oder Gasbrennstoffgemischs, vorgeschlagen, mit wenigstens einer Kolben-/Zylindereinheit, deren Kolben mit einer Pleuellstange verbunden ist, wobei die Pleuellstange mit wenigstens zwei Kurbelwellen antreibend verbunden ist. Ferner ist erfindungsgemäß die erste Kurbelwelle exzentrisch drehbar auf der zweiten, hierzu parallel angeordneten Kurbelwelle gelagert und mit dieser drehgekoppelt.

[0011] In üblicher Weise besteht zwischen der Pleuellstange und einer damit verbundenen Kurbelwelle ein Wechselspiel zwischen angetriebenen und antreibendem Zustand, d. h. die Pleuellstange und der damit verbundene Kolben, werden je nach Takt des Motors von der verbundenen Kurbelwelle angetrieben, wie beispiels-

weise beim Verdichtungstakt, oder treiben diese an, wie beispielsweise beim Arbeitstakt. Vorliegend ist die Kolbenstange mit wenigstens zwei Kurbelwellen antreibend verbunden, wobei die Verbindung dabei nicht unmittelbar mit beiden Kurbelwellen, sondern auch mit dazwischen geschalteten Elementen oder (unmittelbar oder mittelbar) mit nur einer der beiden Kurbelwellen umgesetzt sein kann, während die zweite Kurbelwelle mit der ersten drehgekoppelt und darüber mit der Kolbenstange antreibend verbunden ist. Entscheidend ist bei der antreibenden Verbindung der Kolbenstange und der wenigstens zwei Kurbelwellen, dass die Drehbewegungen der Kurbelwellen überlagert auf die Kolbenstange übertragen werden können bzw. umgekehrt die Bewegung der Kolbenstange auf die beiden Kurbelwellen übertragen wird.

[0012] Unter "drehgekoppelt" wird im Rahmen der vorliegenden Beschreibung ein Zustand verstanden, in dem jede der beiden Kurbelwellen bedingt durch eine Drehbewegung der jeweils anderen Kurbelwelle eine Drehbewegung ausführt. Hierdurch entsteht eine überlagerte Drehbewegung, die auf die antreibend verbundene Kolbenstange und den damit verbundenen Kolben übertragen werden kann und es dadurch ermöglicht, eine nahezu konstante Stellung der Kolbenstange und des damit verbundenen Kolbens in der Kolben-/Zylindereinheit über einen definierten Winkelabschnitt der Gesamtbewegung zu erzeugen.

[0013] Der Vorteil einer solchen nahezu konstanten Stellung der Kolbenstange ist darin zu sehen, dass der durch den Kolben begrenzte Brennraum der Kolben-/Zylindereinheit über den definierten Winkelabschnitt nahezu gleich groß gehalten wird, so dass beispielsweise während des Arbeits- bzw. Verbrennungstaktes des Motors im Vergleich mit konventionellen Hubkolbenmotoren eine höhere Druckerzeugung bei der Verbrennung des Brenngasgemisches erreicht wird. Im Idealfall kann der definierte Winkelabschnitt so gewählt sein, dass dieser nahezu den gesamten Verbrennungstakt abdeckt, so dass die gesamte Verbrennung in einem konstant großen Brennraum stattfinden kann (nachfolgend als Gleichraumprozess bezeichnet).

[0014] Gleichzeitig ist bei der vorliegenden Erfindung jedoch der notwendige Bauraum des Gleichraumverbrennungsmotors gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen deutlich verringert. Dies wird durch die exzentrische Anordnung der ersten Kurbelwelle auf der zweiten Kurbelwelle erreicht.

[0015] Erfindungsgemäß führen die erste und die zweite Kurbelwelle eine sinusförmige Drehbewegung aus, wobei die Kurbelwellen derart relativ zueinander angeordnet sind, dass die Sinuskurven ihrer Drehbewegung einen Phasenversatz von etwa 90 Grad aufweisen.

[0016] Grundsätzlich ist aus der Trigonometrie bekannt, dass man die Funktionswerte einer Sinusfunktion aus dem Einheitskreis in ein kartesisches Koordinatensystem projizieren kann, wobei eine Kreislinie um den Nullpunkt entsteht. Gleiches ist selbstverständlich auch umgekehrt möglich. Dementsprechend beschreiben die

jeweiligen Kraftangriffspunkte, an denen die Drehbewegung der ersten oder der zweiten Kurbelwelle auf ein anderes Element übertragen werden, jeweils ebenfalls eine Sinuskurve (bezeichnet als sinusförmige Drehbewegung). Vergleicht man die beiden Sinuskurven der Drehbewegung der ersten und der zweiten Kurbelwelle, so können die Sinuskurven einen Phasenversatz von etwa 90 Grad aufweisen. Dieser Phasenversatz entspricht in der technischen Umsetzung einem Versatz der Kraftangriffspunkte um 90 Grad relativ zueinander.

[0017] Erfindungsgemäß ist zudem vorgesehen, dass die Kolbenstange oder wenigstens ein zusätzliches Verbindungsteil mit einer ersten Exzentrizität drehbar auf der ersten Kurbelwelle gelagert ist und dass die erste Kurbelwelle mit einer zweiten Exzentrizität auf der zweiten Kurbelwelle gelagert ist, wobei die zweite Exzentrizität etwa viermal so groß ist wie die erste Exzentrizität.

[0018] Dabei lässt sich die Exzentrizität über den Abstand der Drehachsen der jeweiligen Bauteile voneinander bestimmen. Bei der Kolbenstange, die keine Drehbewegung ausführt, sondern diese in eine translatorische Bewegung des Kolbens umwandelt, entspricht die Drehachse dem Mittelpunkt des Verbindungsabschnitts, an dem die Kolbenstange mit den Kurbelwellen verbunden ist.

[0019] Erfindungsgemäß weisen die Sinuskurven der Drehbewegung der Kurbelwellen zudem unterschiedliche Amplituden auf, wobei die Amplitude der Sinuskurve der Drehbewegung der zweiten Kurbelwelle etwa viermal so groß ist wie die Amplitude der Sinuskurve der Drehbewegung der ersten Kurbelwelle.

[0020] Ferner kann die Drehkopplung der ersten Kurbelwelle mit der zweiten Kurbelwelle wenigstens zwei Zahnräder umfassen. Dabei kann beispielsweise an jeder der beiden Kurbelwellen ein Zahnrad ausgebildet sein, z.B. in Form einer Stirnverzahnung, wobei die wenigstens zwei Zahnräder in Eingriff miteinander stehen und hierüber die Drehkopplung realisieren. Eine solche Ausführungsform hat den Vorteil, dass hierdurch eine besonders kostengünstige und platzsparende Lösung geschaffen wird. Alternativ können separat ausgebildete Zahnräder an den Kurbelwellen angeordnet sein, die ebenfalls miteinander in Eingriff stehen. Auch bei einer solchen Ausführungsform kann durch die Anordnung des Zahnräder an den Kurbelwellen eine platzsparende Lösung bereitgestellt werden.

[0021] Schließlich kann bei bestimmten Anwendungsfällen wenigstens eines der Zahnräder der Drehkopplung auch an einem anderen Bauteil des Gleichraumverbrennungsmotors angeordnet sein, beispielsweise an einem Gehäuse des Gleichraumverbrennungsmotors, wobei das zweite Zahnrad sich an diesem abzuwälzen vermag und die Drehkopplung über die beiden Zahnräder und die exzentrische Lagerung der ersten Kurbelwelle auf der zweiten Kurbelwelle erreicht wird.

[0022] Es kann ferner vorgesehen sein, dass die erste und die zweite Kurbelwelle sich gegenläufig zueinander bewegen. Je nach Ausgestaltung der Drehkopplung kön-

nen sich die erste und die zweite Kurbelwelle auch gleichläufig miteinander bewegen.

[0023] Die erste und die zweite Kurbelwelle können sich mit einem vorgegebenen Drehzahlverhältnis relativ zueinander bewegen, wobei das Drehzahlverhältnis bevorzugt bei etwa eins zu zwei liegt. Abweichend von diesem Wert sind jedoch selbstverständlich auch andere Drehzahlverhältnisse ebenfalls denkbar, da das vorstehend genannte Drehzahlverhältnis nur eine mögliche Ausgestaltung beschreibt.

[0024] Weiterhin kann die zweite Kurbelwelle wenigstens einen Aufnahmebereich zur Aufnahme und drehbaren Lagerung der ersten Kurbelwelle aufweisen. Bei einer Weiterbildung der Erfindung kann zudem vorgesehen sein, dass das wenigstens eine zusätzliche Verbindungsteil eine Verbindungsstange und/oder einen Hebel umfassen kann. Durch das Vorsehen eines zusätzlichen Verbindungsteils kann insbesondere eine verbesserte Krafteinleitung durch Ausnutzung einer Hebelwirkung erreicht werden, wodurch die Lagerung der Bauteile des Gleichraumverbrennungsmotors geringeren Maximalkräften ausgesetzt ist.

[0025] Die Drehkopplung der ersten Kurbelwelle mit der zweiten Kurbelwelle kann wenigstens eine Planetenradstufe mit zwei aneinander abwälzenden Stirnrädern umfassen, von denen jeweils eines einer der wenigstens zwei Kurbelwellen zugeordnet ist.

[0026] Alternativ oder zusätzlich kann die Drehkopplung der ersten Kurbelwelle mit der zweiten Kurbelwelle wenigstens eine Planetenradstufe mit wenigstens einem Stirnrad aufweisen, dass sich an wenigstens einem Hohlrad der Planetenradstufe abwälzt, wobei das Stirnrad oder das Hohlrad der wenigstens einen Planetenradstufe einer der Kurbelwellen und des jeweils andere Bauteil der Planetenradstufe der jeweils anderen Kurbelwelle zugeordnet ist. Durch eine solche Bauweise wird eine besonders platzsparende Anordnung der Drehkopplung der Kurbelwellen erreicht.

[0027] Mit "Zuordnung" ist in diesem Zusammenhang nicht gemeint, dass das Bauteil der Planetenradstufe mit der zugeordneten Kurbelwelle verbunden sein muss oder an dieser angeordnet sein muss. Stattdessen ergibt sich hieraus nur, dass jeder der Kurbelwellen des Gleichraumverbrennungsmotors funktional wenigstens ein Bauteil einer Planetenradstufe zugeordnet sein kann. Eine integrale Ausbildung des Bauteils einer Planetenradstufe mit der zugeordneten Kurbelwelle oder eine Anordnung des Bauteils an der zugeordneten Kurbelwelle hat jedoch insbesondere den Vorteil einer besonders kostengünstigen und platzsparenden Lösung.

[0028] Neben dem vorstehend beschriebenen Gleichraumverbrennungsmotor betrifft die Erfindung zudem auch ein Verfahren zum Betrieb eines Verbrennungsmotors gemäß Anspruch 8, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die erste und die zweite Kurbelwelle eine sinusförmige Drehbewegung ausführen, und dass die Kolbenstange oder wenigstens ein zusätzliches Verbindungsteil mit einer ersten Exzentrizität drehbar auf der ersten Kur-

belwelle gelagert ist und dass die erste Kurbelwelle mit einer zweiten Exzentrizität auf der zweiten Kurbelwelle gelagert ist, wobei die zweite Exzentrizität bevorzugt etwa viermal so groß ist wie die erste Exzentrizität, wobei die Kurbelwellen) derart relativ zueinander angeordnet sind, dass die Sinuskurven ihrer Drehbewegung einen Phasenversatz von etwa 90 Grad und unterschiedliche Amplituden aufweisen, und wobei die Amplitude der Sinuskurve der Drehbewegung der zweiten Kurbelwelle viermal so groß ist wie die Amplitude der Sinuskurve der Drehbewegung der ersten Kurbelwelle. Auf diese Weise können die Drehbewegung der gekoppelten Kurbelwellen derartig überlagert werden, dass die resultierende Gesamtbewegung in mindestens einem definierten Winkelabschnitt eine im Wesentlichen konstante Stellung der Kolbenstange und des damit verbundenen Kolbens in der Kolben-/Zylindereinheit erzeugt. Dabei handelt es sich bei einer im Wesentlichen konstanten Stellung der Kolbenstange um eine nahezu konstante Stellung, die es ermöglicht, beispielsweise während des Arbeitstaktes einen nahezu unveränderten Brennraum in der Kolben-/Zylindereinheit bereitzustellen und damit eine höhere Effizienz des Gleichraumverbrennungsmotors zu gewährleisten.

[0029] Weiterhin können die Kurbelwellen über wenigstens ein Verbindungsteil, beispielsweise eine Verbindungsstange und/oder eine Wippe, miteinander gekoppelt sein, wobei das Verbindungsteil die überlagerte Bewegung der Kurbelwellen auf die Kolbenstange zu übertragen vermag, und dass die miteinander gekoppelten Kurbelwellen sich gleichläufig und bevorzugt mit einem vorgegebenen Drehzahlverhältnis von etwa eins zu zwei relativ zueinander drehen. Eine Abweichung von dem vorstehend genannten Drehzahlverhältnis ist selbstverständlich möglich.

[0030] Dabei kann weiterhin vorgesehen sein, dass der definierte Winkelabschnitt wenigstens teilweise dem Arbeits- bzw. Verbrennungstakt des Verbrennungsmotors zugeordnet ist, d. h. demjenigen Takt, in dem das Brenngasgemisch entzündet wird und das Brenngas mechanische Arbeit am Kolben verrichtet.

[0031] Neben dem vorstehend beschriebenen Verfahren betrifft die vorliegende Erfindung auch die Verwendung eines Gleichraumverbrennungsmotors gemäß einem der Ansprüche 10 oder 11.

[0032] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren detaillierter beschrieben, wobei diese bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung darstellen, bei denen die einzelnen Merkmale der Erfindung miteinander kombiniert sind. Der Fachmann wird diese jedoch selbstverständlich auch losgelöst voneinander betrachten und/oder zu anderen sinnvollen Kombinationen zusammenfassen können. Ferner kann der Fachmann der nachfolgenden Figurenbeschreibung sowie den Ansprüchen auch weitere Merkmale der Erfindung entnehmen, die vorstehend möglicherweise noch nicht beschrieben sind.

[0033] Es zeigen schematisch

- Fig. 1a-1c unterschiedliche Ansichten eines erfindungsgemäßen Gleichraumverbrennungsmotors gemäß einer ersten Ausführungsform;
- Fig. 2a-2c unterschiedliche Ansichten eines erfindungsgemäßen Gleichraumverbrennungsmotors gemäß einer zweiten Ausführungsform; und
- Fig. 3a-3c unterschiedliche Ansichten eines erfindungsgemäßen Gleichraumverbrennungsmotors gemäß einer dritten Ausführungsform

[0034] Die Figuren 1 bis 3 zeigen drei unterschiedliche Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Gleichraumverbrennungsmotors. Dabei sind übereinstimmende Merkmale mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, wobei diesen bei der zweiten Ausführungsform gemäß Figur 2 die Ziffer "1" vorangestellt ist und bei der dritten Ausführungsform gemäß Figur 3 die Ziffer "2" vorangestellt ist. Weiterhin ist in der Figur "a" jeweils eine Schnittansicht des jeweiligen Gleichraumverbrennungsmotors gemäß der Schnittrlinie A-A in der zugehörigen Figur "b" der selben Ausführungsform des Gleichraumverbrennungsmotors gezeigt. Die Figur "c" stellt jeweils den entsprechenden Gleichraumverbrennungsmotor in einer isometrischen teilgeschnittenen Ansicht dar.

[0035] Der Gleichraumverbrennungsmotor gemäß Figuren 1a-c ist allgemein mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet und umfasst innerhalb eines Gehäuses 12 eine Kolben-/Zylinderanordnung mit einem Kolben 14, der innerhalb eines zylinderförmigen Aufnahmeraums 16 für den Kolben verschiebbar aufgenommen ist. Der Kolben 14 kann dabei in an sich bekannter Art und Weise an seinem Außenumfang mit Dichtmitteln versehen sein, um einen möglichst dichten Arbeitsraum bzw. Brennraum innerhalb des zylinderförmigen Aufnahmeraums 16 zu begrenzen. Weiterhin ist der Kolben 14 über ein wellenförmiges Verbindungsteil 18 mit einer Kolbenstange 20 verbunden, indem die Welle 18 in einem entsprechenden Aufnahmeabschnitt 22 der Kolbenstange 20 drehbar aufgenommen ist.

[0036] Die Kolbenstange 20 verfügt ferner über einen zweiten Aufnahmeabschnitt 24 zur drehbaren Verbindung mit einer ersten Kurbelwelle 40 sowie über einen Zwischensteg 26, der die Aufnahmeabschnitte 22 und 24 miteinander verbindet.

[0037] Erfindungswesentlich ist das Kurbelwellensystem 28, welches eine erste Kurbelwelle 40 sowie eine zweite Kurbelwelle 30 umfasst. Beide Kurbelwellen 30, 40 weisen jeweils eine Mittellängsachse L_1 bzw. L_2 auf, um die sie sich drehen können. Die Mittellängsachsen L_1 und L_2 bilden somit zugleich die Drehachsen für die jeweilige Kurbelwelle. Die zweite Kurbelwelle 30 ist über an sich übliche Lagerstellen 32a und 32b drehbar innerhalb des Gehäuses 12 abgestützt. Sie verfügt über zwei

exzentrisch angeordnete Aufnahmebereiche 34a und 34b, in denen die erste Kurbelwelle 40 relativ verdrehbar zu der zweiten Kurbelwelle 30 aufgenommen ist. Die exzentrischen Aufnahmebereiche 34a und 34b sind in Bezug auf die Längsachse L_2 der zweiten Kurbelwelle 30 exzentrisch angeordnet und miteinander fluchtend ausgebildet. Je nach Gestaltung der ersten Kurbelwelle 40 können die Aufnahmebereiche 34a und 34b gleich groß oder unterschiedlich groß ausgebildet sein. Wie man in der Figur 1a deutlich erkennen kann, sind die Kurbelwellen 30 und 40 parallel zueinander angeordnet.

[0038] In der ersten Ausführungsform gemäß den Figuren 1a-c ist die zweite Kurbelwelle 30 ferner als Hohlwelle ausgebildet, wobei eine Zwischenwelle 36 in ihrem Inneren angeordnet und drehfest mit dem Gehäuse 12 ausgebildet ist. Dabei stützt sich die Kurbelwelle 30 über zwei Lagerstellen 36a und 36b, die an dem Innenumfang des von der zweiten Kurbelwelle 30 definierten Hohlraums angeordnet sind, an der Zwischenwelle 36 ab. Die zweite Kurbelwelle 30 stützt sich somit über die äußeren Lagerstellen 32a und 32b nach außen an dem Gehäuse 16 und über die inneren Lagerstellen 36a und 36b an der gehäusefesten Zwischenwelle 36 ab.

[0039] Weiterhin ist an der Zwischenwelle 36 in der Art eines Sonnenrads eine Stirnverzahnung 38 ausgebildet, die in Eingriff mit einem korrespondierenden Zahnrad 48 der ersten Kurbelwelle 40 steht. Das Zahnrad 48 ist in der dargestellten Ausführungsform auf die erste Kurbelwelle 40 aufgepresst, kann alternativ jedoch auch direkt an dieser ausgebildet sein oder anderweitig mit dieser drehfest verbunden sein.

[0040] Die erste Kurbelwelle 40 ist in kreisförmigen, den Aufnahmebereich bildenden Aufnahmeausnehmungen 34a und 34b der zweiten Kurbelwelle 30 exzentrisch zu dieser aufgenommen und durch die Lagerstellen 42a und 42b relativ zu der zweiten Kurbelwelle 30 drehbar an dieser abgestützt. Die Exzentrizität ist durch den Abstand d_2 zwischen den Mittellängsachsen L_1 und L_2 angegeben.

[0041] Weiterhin verfügt die erste Kurbelwelle 40 über einen Wellenkopf 44, der drehbar innerhalb des Aufnahmeabschnitts 24 der Kolbenstange 20 aufgenommen ist. Der Wellenkopf 44 der Kurbelwelle 40 ist im Wesentlichen kreisförmig ausgebildet, wobei der Mittelpunkt M des kreisförmigen Wellenkopfes 44 exzentrisch zu der Längsachse L_1 und damit der Drehachse der ersten Kurbelwelle 40 angeordnet ist (der Abstand zwischen dem Mittelpunkt M und der Längsachse L_1 ist mit d_1 angegeben). Dementsprechend vollzieht der Wellenkopf 44 und somit auch der diesen umgebende Aufnahmeabschnitt 24 der Kolbenstange 20 eine relativ zu der Kurbelwelle 40 exzentrische Drehbewegung.

[0042] Nachfolgend wird die Funktionsweise des vorstehend beschriebenen Gleichraumverbrennungsmotors 10 näher erläutert:

Die Kurbelwellenanordnung 28 verbindet gemäß der ersten Ausführungsform der Figuren 1a-c die zweite Kurbelwelle 30 über eine Planetenradstufe mit der ersten

Kurbelwelle 40. Die Planetenradstufe umfasst bei dieser Ausführungsform zwei Stirnräder 38, 48, die miteinander in Eingriff stehen und bei einer Drehbewegung aneinander abwälzen. Somit wird die Bewegung der Kolbenstange 20 über den Wellenkopf 44 auf die erste Kurbelwelle 40 übertragen, die sich infolgedessen an dem Stirnrad 38 der gehäusefesten Zwischenwelle 36 abzuwälzen und so über die Aufnahmeausnehmungen 34a und 34b die zweite Kurbelwelle 30 in einer um die Zwischenwelle 36 umlaufenden Drehbewegung mitzunehmen vermag. Somit wird durch die Bewegung der Kolbenstange 20 und die Drehbewegung der ersten Kurbelwelle 40 um die Zwischenwelle 36 die zweite Kurbelwelle 30 angetrieben, da die erste Kurbelwelle 40 exzentrisch angeordnet in den Aufnahmeausnehmungen 34a und 34b der zweiten Kurbelwelle 30 angeordnet ist.

[0043] Durch die spezifische exzentrische Anordnung der ersten und der zweiten Kurbelwelle relativ zueinander wird an dem Wellenkopf 44 eine überlagerte Gesamtdrehbewegung auf die Kolbenstange 20 und den damit verbundenen Kolben 14 übertragen, die gegenüber einer üblichen Bewegung des Kolbens im Arbeitshub, d. h. im oberen Totpunkt des Kolbens 14, verzögert ist. Gleichermaßen wird durch die spezifische exzentrische Anordnung der ersten und der zweiten Kurbelwelle relativ zueinander erreicht, dass der Kolben 14 im Bereich seines unteren Totpunkts eine beschleunigte Bewegung vollzieht.

[0044] Dabei kann vorgesehen sein, dass der Abstand d_2 etwa viermal so groß ist wie der Abstand d_1 . Weiterhin kann der Phasenversatz der Drehbewegung der ersten Kurbelwelle 40 gegenüber der Drehbewegung der zweiten Kurbelwelle 30 etwa 90 Winkelgrad betragen. Schließlich kann vorgesehen sein, dass das Drehzahlverhältnis der ersten Kurbelwelle zur zweiten Kurbelwelle bei etwa 1 zu 2 liegt, d.h. dass sich die erste Kurbelwelle 40 etwa doppelt so schnell dreht wie die zweite Kurbelwelle 30.

[0045] Durch die exzentrische Anordnung der Kurbelwellenanordnung 28 und das Vorsehen einer Planetenradstufe wird vorliegend eine besonders bauraumsparende Anordnung geschaffen, die einen Gleichraumprozess, wie eingangs in der Beschreibung erläutert, ermöglicht.

[0046] Im Unterschied zu der ersten Ausführungsform, ist bei der zweiten Ausführungsform gemäß der Figuren 2a-c die erste Kurbelwelle 130 nicht als Hohlwelle ausgebildet. Anstelle einer gehäusefesten Zwischenwelle 36 (vergleiche Figur 1a) ist bei der zweiten Ausführungsform eines Gleichraumverbrennungsmotors 110 ein Hohlrad 146 vorgesehen, dass ebenfalls gehäusefest innerhalb des Gehäuses 116 angeordnet ist und ein Abwälzen des Stirnrads 148 der zweiten Kurbelwelle 140 ermöglicht. Die übrige Funktionsweise entspricht im Wesentlichen der ersten Ausführungsform, weshalb auf die hierzu gehörigen Ausführungen verwiesen wird.

[0047] Schließlich ist in den Figuren 3a-c eine weitere Ausführungsvariante gezeigt, bei der eine zweiseitige

Lagerung der zweiten Kurbelwelle 240 vorgesehen ist. Hierzu ist der Wellenkopf 244 der zweiten Kurbelwelle 240 zentral an dieser angeordnet und von zwei Wellenabschnitten 244a und 244b seitlich flankiert. Diese weisen, wie bereits die vorstehend beschriebenen Varianten der Figuren 1a-c und 2a-c, jeweils ein Stirnrad 248a, 248b auf, welches sich jeweils an einem gehäusefesten Hohlrad 246a, 246b abzuwälzen vermag. Ferner ist auch die zweite Kurbelwelle im Unterschied zu den zuvor beschriebenen Ausführungsformen zweiteilig ausgebildet und umfasst die Kurbelwelle 230a und die Kurbelwelle 230b, die jeweils seitlich von dem Wellenkopf 244 der ersten Kurbelwelle 240 angeordnet sind. Die übrige Funktionsweise der dritten Ausführungsform entspricht weitestgehend der Funktionsweise der zweiten Ausführungsform gemäß der Figuren 2a-c, weshalb auf die hierzu gehörenden Ausführungen verwiesen wird.

20 Patentansprüche

1. Gleichraumverbrennungsmotor (10; 110; 210), der als Hubkolbenmotor zur Erzeugung mechanischer Energie durch Expansion eines Gases oder eines Heißgases aus der Verbrennung eines Gas- oder Gasbrennstoffgemisches ausgebildet ist, mit wenigstens einer Kolben-/Zylindereinheit, deren Kolben (14; 114; 214) mit einer Kolbenstange (20; 120; 220) verbunden ist, wobei die Kolbenstange (20; 120; 220) mit wenigstens zwei Kurbelwellen (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) antreibend verbunden ist, und wobei die erste Kurbelwelle (40; 140; 240) exzentrisch drehbar auf der zweiten, hierzu parallel angeordneten Kurbelwelle (30; 130; 230a, 230b) gelagert ist und mit dieser drehgekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Kurbelwelle (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) eine sinusförmige Drehbewegung ausführen, und dass die Kolbenstange (20; 120; 220) oder wenigstens ein zusätzliches Verbindungsteil mit einer ersten Exzentrizität (d_1) drehbar auf der ersten Kurbelwelle (40; 140; 240) gelagert ist und dass die erste Kurbelwelle (40; 140; 240) mit einer zweiten Exzentrizität (d_2) auf der zweiten Kurbelwelle (30; 130; 230a, 230b) gelagert ist, wobei die zweite Exzentrizität (d_2) etwa viermal so groß ist wie die erste Exzentrizität (d_1), und wobei die Kurbelwellen (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) derart relativ zueinander angeordnet sind, dass die Sinuskurven ihrer Drehbewegung einen Phasenversatz von etwa 90 Grad und unterschiedliche Amplituden aufweisen, wobei die Amplitude der Sinuskurve der Drehbewegung der zweiten Kurbelwelle (30; 130; 230a, 230b) etwa viermal so groß ist wie die Amplitude der Sinuskurve der Drehbewegung der ersten Kurbelwelle (40; 140; 240).

2. Gleichraumverbrennungsmotor (10; 110; 210) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Drehkopplung der ersten Kurbelwelle (40; 140; 240) mit der zweiten Kurbelwelle (30; 130; 230a, 230b) wenigstens zwei 5
 Zahnräder (38, 48; 146, 148; 246a, 246b, 248a, 248b) umfasst und/oder dass die erste (140; 240) und die zweite Kurbelwelle (130; 230a, 230b) sich gegenläufig zueinander bewegen. 10
3. Gleichraumverbrennungsmotor (10; 110; 210) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Kurbelwelle (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) sich mit einem vorgegebenen Drehzahlverhältnis relativ zueinander bewegen, wobei das Drehzahlverhältnis bevorzugt bei etwa 1 zu 2 liegt. 15
4. Gleichraumverbrennungsmotor (10; 110; 210) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Kurbelwelle (30; 130; 230a, 230b) wenigstens einen Aufnahmebereich (34a, 34b; 134a, 134b; 234a, 234b) zur Aufnahme und drehbaren Lagerung der ersten Kurbelwelle (40; 140; 240) aufweist. 20 25
5. Gleichraumverbrennungsmotor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass das wenigstens eine zusätzliche Verbindungsteil insbesondere eine Verbindungsstange und/oder einen Hebel umfassen kann. 30
6. Gleichraumverbrennungsmotor (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Drehkopplung wenigstens eine Planetenradstufe mit wenigstens zwei aneinander abwälzende Stirnrädern (38, 48) umfassen kann, von denen jeweils eines einer der Kurbelwellen (30, 40) zugeordnet ist. 35 40
7. Gleichraumverbrennungsmotor (110; 210) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Drehkopplung der Kurbelwellen (130, 140; 230a, 230b; 240) wenigstens eine Planetenradstufe mit wenigstens einem Stirnrad (148; 248a, 248b) aufweist, das sich an wenigstens einem Hohlrad (146; 246a, 246b) der Planetenradstufe abwälzt, wobei das Stirnrad (148; 248a, 248b) oder das Hohlrad (146; 246a, 246b) der 45 50
 wenigstens einen Planetenradstufe einer der Kurbelwellen (130, 140; 230a, 230b; 240) und das jeweils andere der jeweils anderen Kurbelwelle (130, 140; 230a, 230b; 240) zugeordnet ist.
8. Verfahren zum Betrieb eines Gleichraumverbrennungsmotors, der als Hubkolbenmotor zur Erzeugung mechanischer Energie durch Expansion eines

Gases oder eines Heißgases aus der Verbrennung eines Gas- oder Gasbrennstoffgemisches ausgebildet ist, mit wenigstens einer Kolben-/Zylindereinheit, deren Kolben (14; 114; 214) mit einer Kolbenstange (20; 120; 220) verbunden ist, wobei die Kolbenstange (20; 120; 220) mit wenigstens zwei miteinander gekoppelten Kurbelwellen (30, 40; 130, 140; 230a, 230b; 240) antreibend verbunden ist, und wobei die erste Kurbelwelle (40; 140; 240) exzentrisch drehbar auf der zweiten, hierzu parallel angeordneten Kurbelwelle (30; 130; 230a, 230b) gelagert ist und mit dieser drehgekoppelt ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Kurbelwelle (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) eine sinusförmige Drehbewegung ausführen, und dass die Kolbenstange (20; 120; 220) oder wenigstens ein zusätzliches Verbindungsteil mit einer ersten Exzentrizität (d_1) drehbar auf der ersten Kurbelwelle (40; 140; 240) gelagert ist und dass die erste Kurbelwelle (40; 140; 240) mit einer zweiten Exzentrizität (d_2) auf der zweiten Kurbelwelle (30; 130; 230a, 230b) gelagert ist, wobei die zweite Exzentrizität (d_2) etwa viermal so groß ist wie die erste Exzentrizität (d_1), wobei die Kurbelwellen (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) derart relativ zueinander angeordnet sind, dass die Sinuskurven ihrer Drehbewegung einen Phasenversatz von etwa 90 Grad und unterschiedliche Amplituden aufweisen, wobei die Amplitude der Sinuskurve der Drehbewegung der zweiten Kurbelwelle (30; 130; 230a, 230b) etwa viermal so groß ist wie die Amplitude der Sinuskurve der Drehbewegung der ersten Kurbelwelle (40; 140; 240).

9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kurbelwellen über wenigstens ein Verbindungsteil, beispielsweise eine Verbindungsstange und/oder eine Wippe, miteinander gekoppelt sind, wobei das Verbindungsteil die überlagerte Bewegung der Kurbelwellen auf die Kolbenstange zu übertragen vermag, und dass die miteinander gekoppelten Kurbelwellen sich gleichläufig und bevorzugt mit einem vorgegebenen Drehzahlverhältnis von etwa 1 zu 2 relativ zueinander drehen. 55
10. Verwendung eines Gleichraumverbrennungsmotors (10; 110; 210) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 als Generator oder zum Antrieb eines Generators, insbesondere zum Betrieb eines Blockheizkraftwerks oder zum Laden der Batterie eines Fahrzeugs, beispielsweise eine Kraftfahrzeugs.
11. Verwendung eines Gleichraumverbrennungsmotors (10; 110; 210) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 und eines Elektromotors zum kombinierten und/oder alternativen Antreiben der anzutreibenden Räder eines Kraftfahrzeugs.

Claims

1. A constant-volume combustion engine (10; 110; 210), being formed as a reciprocating piston engine for generating mechanical energy by way of expansion of a gas or a hot gas from the combustion of a gas mixture or gas/fuel mixture, having at least one piston/cylinder unit, the piston (14; 114; 214) of which is connected to a piston rod (20; 120; 220), the piston rod (20; 120; 220) being drive-connected to at least two crankshafts (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240), and wherein the first crankshaft (40; 140; 240) is mounted eccentrically rotatably on the second crankshaft (30; 130; 230a, 230b) which is arranged parallel to it, and is rotationally coupled to said second crankshaft, **characterized in that** that the first and the second crankshaft (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) perform a sinusoidal rotational movement, and **in that** the piston rod (20; 120; 220) or at least an additional connecting part is mounted rotatably with a first eccentricity (d1) on the first crankshaft (40; 140; 240), and **in that** the first crankshaft (40; 140; 240) is mounted with a second eccentricity (d2) on the second crankshaft (30; 130; 230a, 230b), the second eccentricity (d2) being approximately four times as great as the first eccentricity (d1), and wherein the crankshafts (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) are arranged relative to one another in such a way that the sinusoidal curves of their rotational movement have a phase shift of preferably approximately 90° and different amplitudes, the amplitude of the sinusoidal curve of the rotational movement of the second crankshaft (30; 130; 230a, 230b) being approximately four times as great as the amplitude of the sinusoidal curve of the rotational movement of the first crankshaft (40; 140; 240).
2. The constant-volume combustion engine (10; 110; 210) as claimed in claim 1, **characterized in that** the rotational coupling of the first crankshaft (40; 140; 240) to the second crankshaft (30; 130; 230a, 230b) comprises at least two gearwheels (38, 48; 146, 148; 246a, 246b, 248a, 248b) and/or **in that** the first (140; 240) and the second crankshaft (130; 230a, 230b) move in opposite directions to one another.
3. The constant-volume combustion engine (10; 110; 210) as claimed in one of claims 1 or 2, **characterized in that** the first and the second crankshaft (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) move relative to one another at a predefined rotational speed ratio, the rotational speed ratio preferably lying at approximately 1 to 2.
4. The constant-volume combustion engine (10; 110; 210) as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the second crankshaft (30; 130; 230a, 230b) has at least one seating region (34a, 34b; 134a, 134b; 234a, 234b) for seating and rotatably mounting the first crankshaft (40; 140; 240).
5. The constant-volume combustion engine as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one additional connecting part can comprise a connecting rod and/or a lever.
6. The constant-volume combustion engine (10) as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the rotational coupling can comprise at least one planetary gear stage with at least two spur gears (38, 48) which roll on one another and of which in each case one is assigned to one of the crankshafts (30, 40).
7. The constant-volume combustion engine (110; 210) as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the rotational coupling of the crankshafts (130, 140; 230a, 230b; 240) has at least one planetary gear stage with at least one spur gear (148; 248a, 248b) which rolls on at least one internal gear (146; 246a, 246b) of the planetary gear stage, the spur gear (148; 248a, 248b) or the internal gear (146; 246a, 246b) of the at least one planetary gear stage being assigned to one of the crankshafts (130, 140; 230a, 230b; 240) and the respectively other being assigned to the respectively other crankshaft (130, 140; 230a, 230b; 240).
8. A method for operating a combustion engine, in particular a reciprocating piston engine for generating mechanical energy by way of expansion of a gas or a hot gas from the combustion of the gas mixture or gas/fuel mixture, having at least one piston/cylinder unit, the piston (14; 114; 214) of which is connected to a piston rod (20; 120; 220), the piston rod (20; 120; 220) being drive-connected to at least two crankshafts (30, 40; 130, 140; 230a, 230b; 240) which are connected to one another, and wherein the first crankshaft (40; 140; 240) is mounted eccentrically rotatably on the second crankshaft (30; 130; 230a, 230b) which is arranged parallel to it, and is rotationally coupled to said second crankshaft, **characterized in that** that the first and the second crankshaft (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) perform a sinusoidal rotational movement, and **in that** the piston rod (20; 120; 220) or at least an additional connecting part is mounted rotatably with a first eccentricity (d1) on the first crankshaft (40; 140; 240), and **in that** the first crankshaft (40; 140; 240) is mounted with a second eccentricity (d2) on the second crankshaft (30; 130; 230a, 230b), the second eccentricity (d2) being approximately four times as great as the first eccentricity (d1), and wherein the crankshafts (30, 40; 130, 140; 230a,

230b, 240) are arranged relative to one another in such a way that the sinusoidal curves of their rotational movement have a phase shift of preferably approximately 90° and different amplitudes, the amplitude of the sinusoidal curve of the rotational movement of the second crankshaft (30; 130; 230a, 230b) being approximately four times as great as the amplitude of the sinusoidal curve of the rotational movement of the first crankshaft (40; 140; 240).

9. The method as claimed in claim 8, **characterized in that** the crankshafts are coupled to one another via at least one connecting part, for example a connecting rod and/or a rocker, the connecting part being capable of transmitting the superimposed movement of the crankshafts to the piston rod, and **in that** the crankshafts which are coupled to one another rotate relative to one another in the same direction and preferably with a predefined rotational speed ratio of approximately 1 to 2.
10. The use of a constant-volume combustion engine (10; 110; 210) as claimed in one of claims 1 to 7 as a generator or for driving a generator, in particular for operating a heat and power cogeneration plant or for charging the battery of a vehicle, for example of a motor vehicle.
11. The use of a constant-volume combustion engine (10; 110; 210) as claimed in one of claims 1 to 7 and of an electric motor for combined and/or alternative driving of the wheels to be driven of a motor vehicle.

Revendications

1. Moteur à combustion interne à volume constant (10; 110; 210), qui est agencé pour produire de l'énergie mécanique par expansion d'un gaz ou par un gaz de chauffage issu de la combustion d'un gaz ou d'un mélange de gaz combustibles, comportant au moins une unité de piston/cylindre, dont le piston (14; 114; 214) est relié à une tige de piston (20; 120; 220), dans lequel la tige de piston (20; 120; 220) est reliée par entraînement avec au moins deux vilebrequins (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240), et dans lequel le premier vilebrequin (40; 140; 240) est rotatif excentriquement sur le deuxième vilebrequin (30; 130; 230a, 230b) disposé parallèlement à celui-ci et est couplé en rotation à celui-ci, **caractérisé en ce que** le premier et le deuxième vilebrequins (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) sont entraînés en rotation selon un mouvement rotatif sinusoïdal, et **en ce que** la tige de piston (20; 120; 220) ou au moins une pièce de liaison complémentaire avec une première excentricité (d_1) est montée de façon rotative sur le premier vilebrequin (40; 140; 240) et **en ce que** le premier vilebrequin (40; 140;

240) avec une deuxième excentricité (d_2) est monté sur le deuxième vilebrequin (30; 130; 230a, 230b), dans lequel la seconde excentricité (d_2) est environ quatre fois plus grande que la première excentricité (d_1), et dans lequel les vilebrequins (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) sont reliés entre eux de telle manière, que les courbes sinusoïdales de leur rotation ont un décalage de phase d'environ 90 degrés et présentent des amplitudes différentes, dans lequel l'amplitude de la courbe sinusoïdale de la rotation du deuxième vilebrequin (30; 130; 230a, 230b) est environ quatre fois plus grande que l'amplitude de la courbe sinusoïdale de la rotation du premier vilebrequin (40; 140; 240).

2. Moteur à combustion interne à volume constant (10; 110; 210) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le couplage rotatif du premier vilebrequin (40; 140; 240) avec le deuxième vilebrequin (30; 130; 230a, 230b) comprend au moins deux roues dentées (38, 48; 146, 148; 246a, 246b, 248a, 248b) et/ou que le premier (140; 240) et le deuxième vilebrequin (130; 230a, 230b) se déplacent dans des directions opposées.
3. Moteur à combustion interne à volume constant (10; 110; 210) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le premier et le deuxième vilebrequin (30, 40; 130, 140; 230a, 230b, 240) se déplacent relativement l'un par rapport à l'autre avec un rapport de vitesse prédéterminé, dans lequel le rapport de vitesse est de préférence d'environ 1 à 2.
4. Moteur à combustion interne à volume constant (10; 110; 210) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le deuxième vilebrequin (30; 130; 230a, 230b) comporte au moins une zone de réception (34a, 34b; 134a, 134b; 234a, 234b) pour recevoir et stocker en rotation le premier vilebrequin (40; 140; 240).
5. Moteur à combustion interne à volume constant (10) selon l'une des revendications précédentes 4 ou 5, **caractérisé en ce que** ledit au moins élément de liaison complémentaire peut comporter en particulier une tige de liaison et/ou un levier.
6. Moteur à combustion interne à volume constant (10), selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le couplage rotatif peut comprendre au moins un engrenage planétaire avec au moins deux engrenages à denture droite (38, 48) qui sont engrenés l'un avec l'autre, chacun deux étant associé à l'un des vilebrequins (30, 40).
7. Moteur à combustion interne à volume constant (110; 210) selon l'une des revendications précéden-

tes,

caractérisé en ce que le couplage rotatif des vilebrequins (130, 140 ; 230a, 230b ; 240) comporte au moins un engrenage planétaire avec au moins un engrenage à denture droite (148 ; 248a, 248b), qui roule sur au moins une couronne dentée (146 ; 246a, 246b) de l'engrenage planétaire, dans lequel l'engrenage à denture droite (148 ; 248a, 248b) ou la roue dentée (146 ; 246a, 246b) est associé à au moins un engrenage planétaire de l'un des vilebrequins (130, 140 ; 230a, 230b ; 240) et ledit au moins l'autre respectif de l'autre vilebrequin (130, 140 ; 230a, 230b ; 240).

8. Procédé pour l'entraînement d'un moteur à combustion interne à volume constant, qui est agencé pour produire de l'énergie mécanique par expansion d'un gaz ou par un gaz de chauffage issu de la combustion d'un gaz ou d'un mélange de gaz combustibles, comportant au moins une unité de piston/cylindre, dont le piston (14 ; 114 ; 214) est relié à une tige de piston (20 ; 120 ; 220), dans lequel la tige de piston (20 ; 120 ; 220) est reliée par entraînement avec au moins deux vilebrequins couplés ensemble (30, 40 ; 130, 140 ; 230a, 230b, 240), et dans lequel le premier vilebrequin (40 ; 140 ; 240) est rotatif excentriquement sur le deuxième vilebrequin (30 ; 130 ; 230a, 230b) disposé parallèlement à celui-ci et est couplé en rotation à celui-ci, **caractérisé en ce que** le premier et le deuxième vilebrequins (30, 40 ; 130, 140 ; 230a, 230b, 240) sont entraînés en rotation selon un mouvement rotatif sinusoïdal, et **en ce que** la tige de piston (20 ; 120 ; 220) ou au moins une pièce de liaison complémentaire avec une première excentricité (d_1) est montée de façon rotative sur le premier vilebrequin (40 ; 140 ; 240) et **en ce que** le premier vilebrequin (40 ; 140 ; 240) avec une deuxième excentricité (d_2) est monté sur le deuxième vilebrequin (30 ; 130 ; 230a, 230b), dans lequel la seconde excentricité (d_2) est environ quatre fois plus grande que la première excentricité (d_1), et dans lequel les vilebrequins (30, 40 ; 130, 140 ; 230a, 230b, 240) sont reliés entre eux de telle manière, que les courbes sinusoïdales de leur rotation ont un décalage de phase d'environ 90 degrés et présentent des amplitudes différentes, dans lequel l'amplitude de la courbe sinusoïdale de la rotation du deuxième vilebrequin (30 ; 130 ; 230a, 230b) est environ quatre fois plus grande que l'amplitude de la courbe sinusoïdale de la rotation du premier vilebrequin (40 ; 140 ; 240).

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les vilebrequins sont couplés entre eux, par au moins un élément de liaison, par exemple une tige de liaison et/ou une flèche, dans lequel l'élément de liaison peut transmettre le mouvement superposé des vilebrequins à la tige de piston,

et **en ce que** les vilebrequins couplés entre eux sont mutuellement dans le même sens et de préférence à une vitesse prédéterminée d'environ 1 à 2 l'un par rapport à l'autre.

10. Utilisation d'un moteur à combustion interne à volume constant (10 ; 110 ; 210), selon l'une des revendications 1 à 7, en tant que génératrice ou pour entraîner une génératrice, en particulier pour le fonctionnement d'une installation de cogénération ou pour charger la batterie d'un véhicule, par exemple un véhicule automobile.
11. Utilisation d'un moteur à combustion interne à volume constant (10 ; 110 ; 210) selon l'une des revendications 1 à 7, et d'un moteur électrique pour l'entraînement combiné et/ou alternatif des roues motrices d'un véhicule automobile.

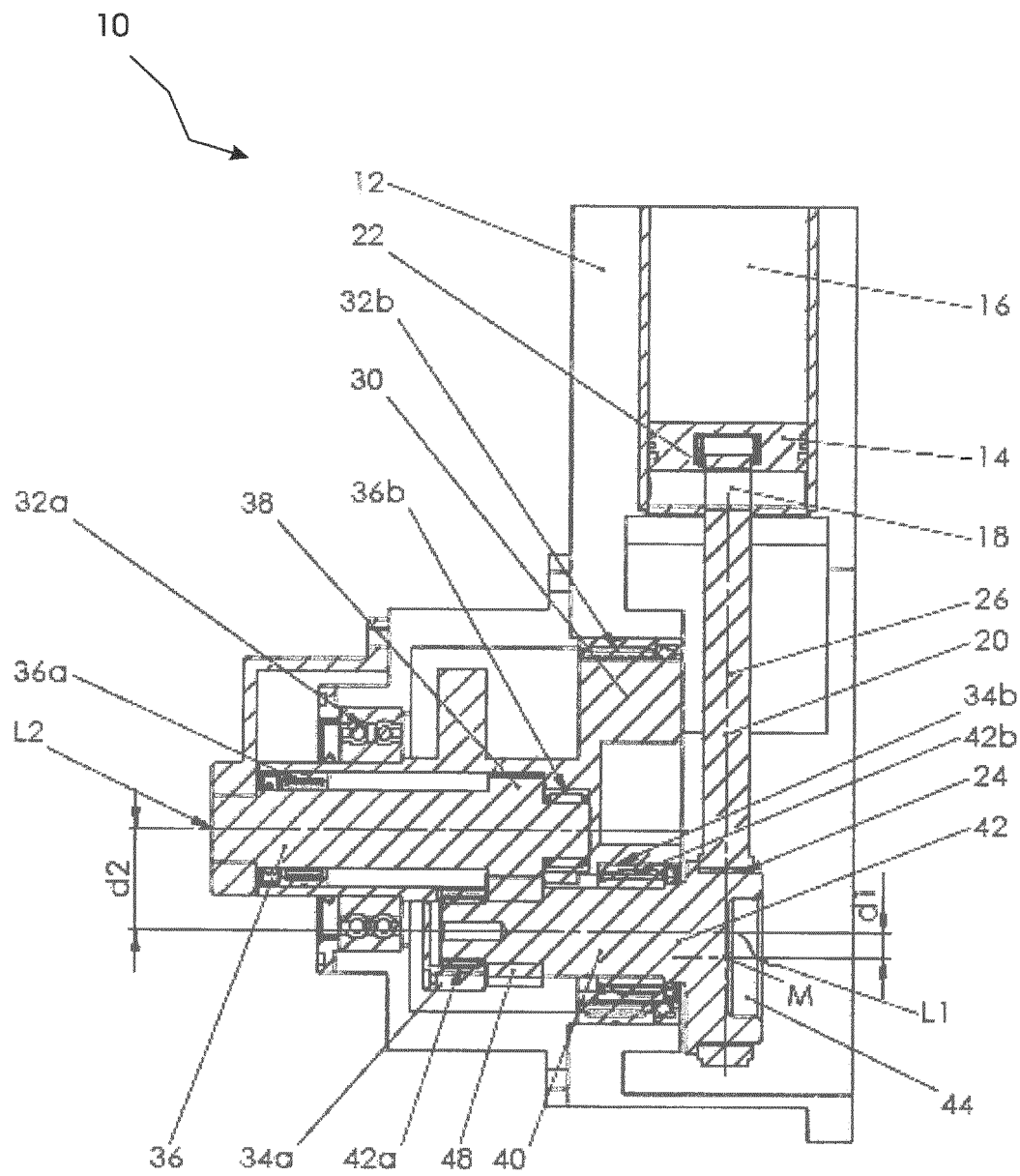


Fig. 1a

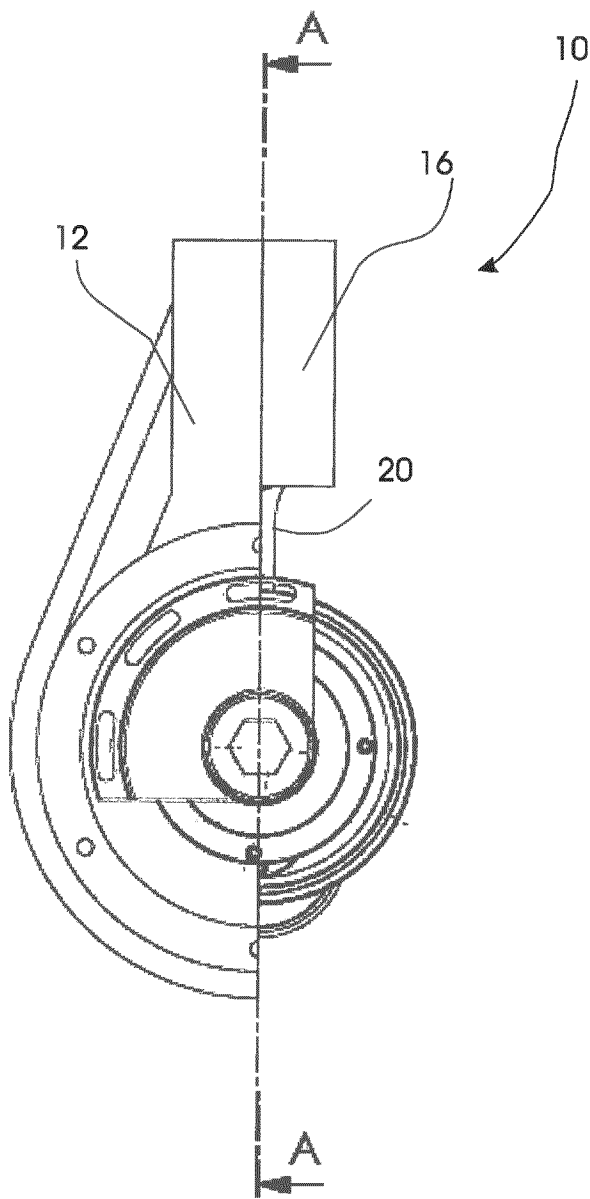


Fig. 1b

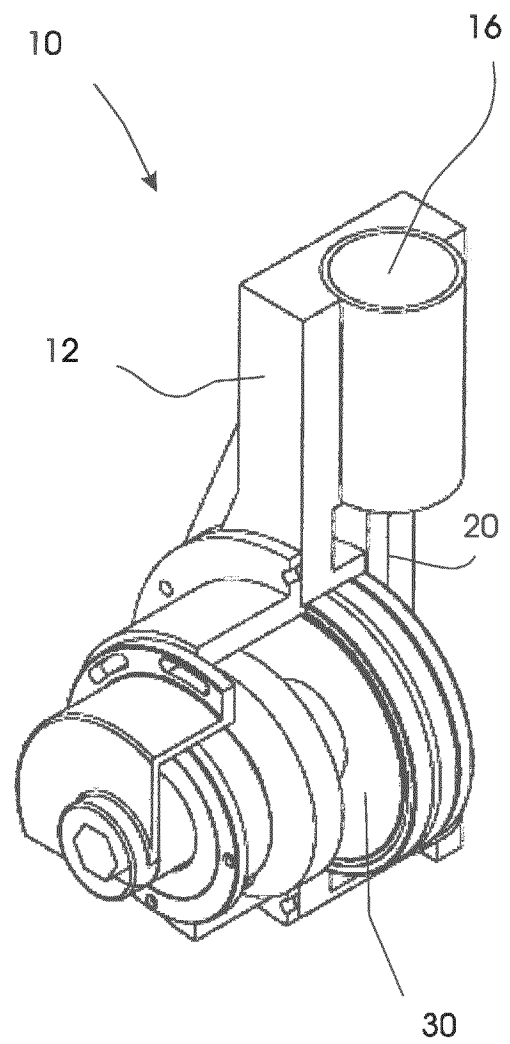


Fig. 1c

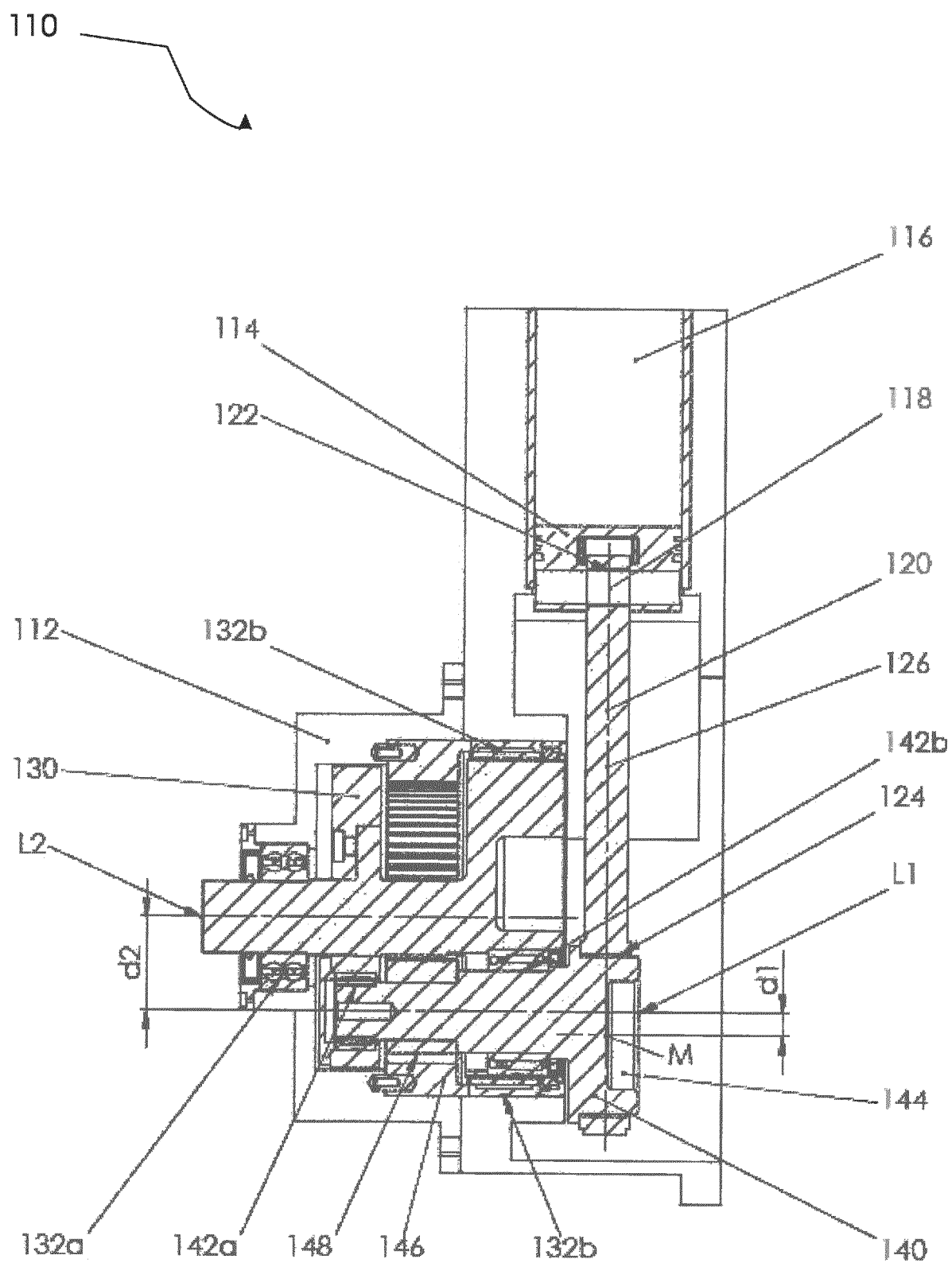


Fig. 2a

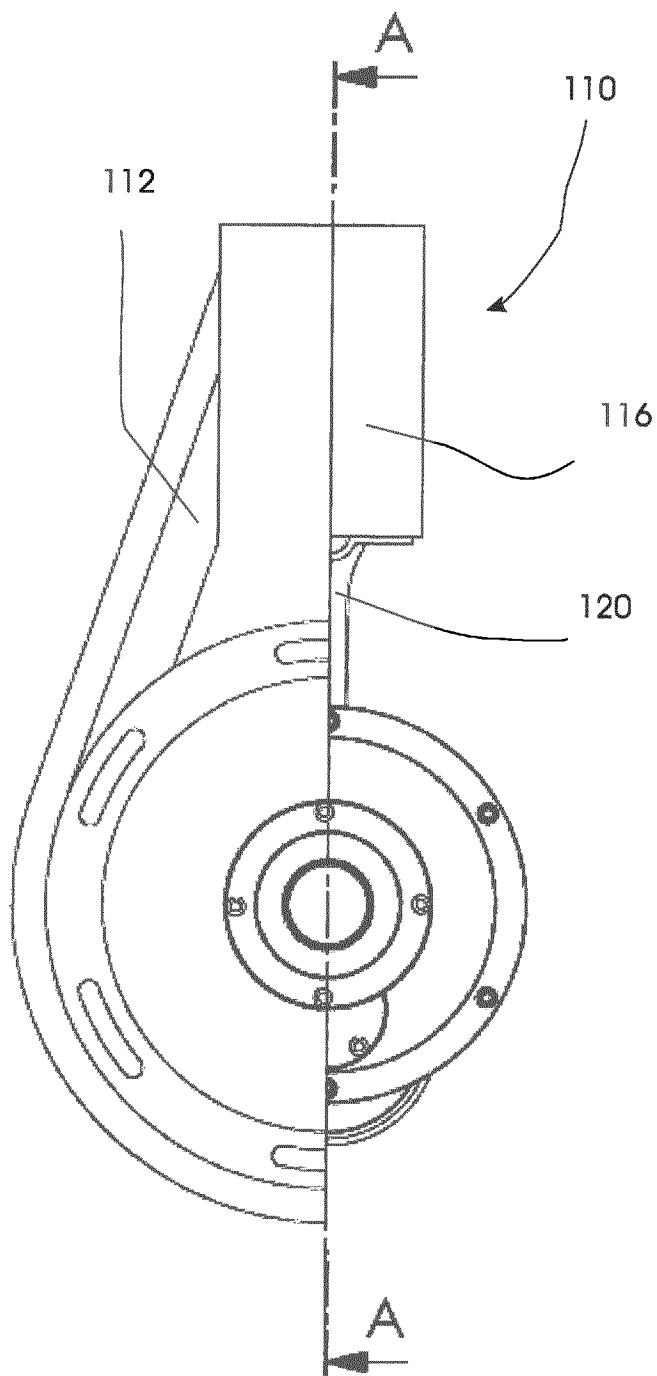


Fig. 2b

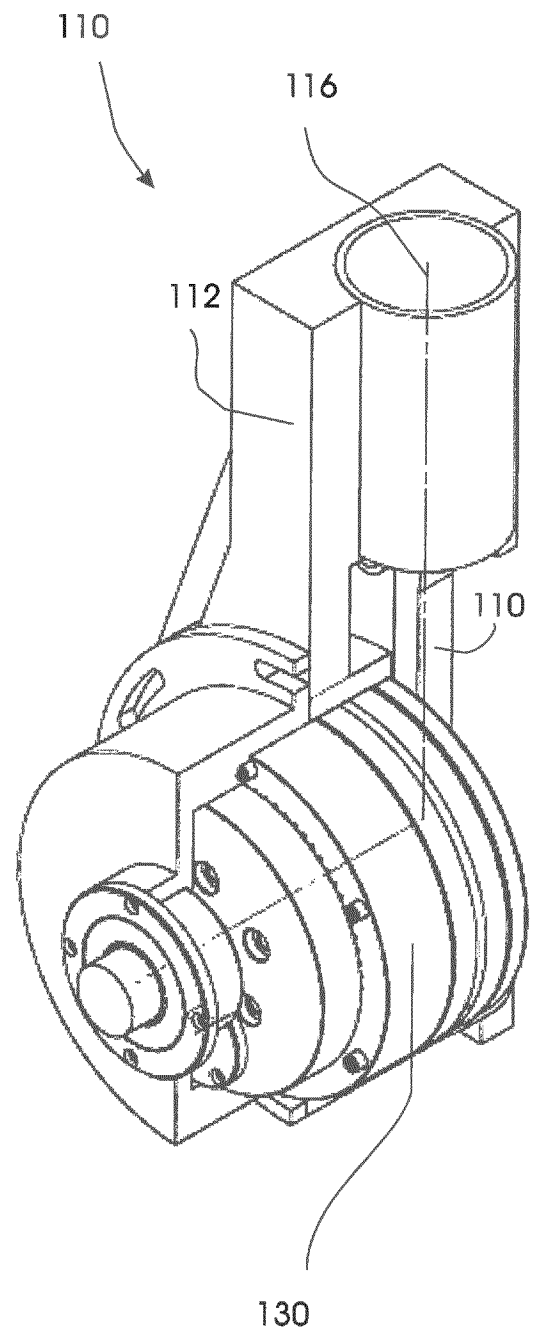


Fig. 2c

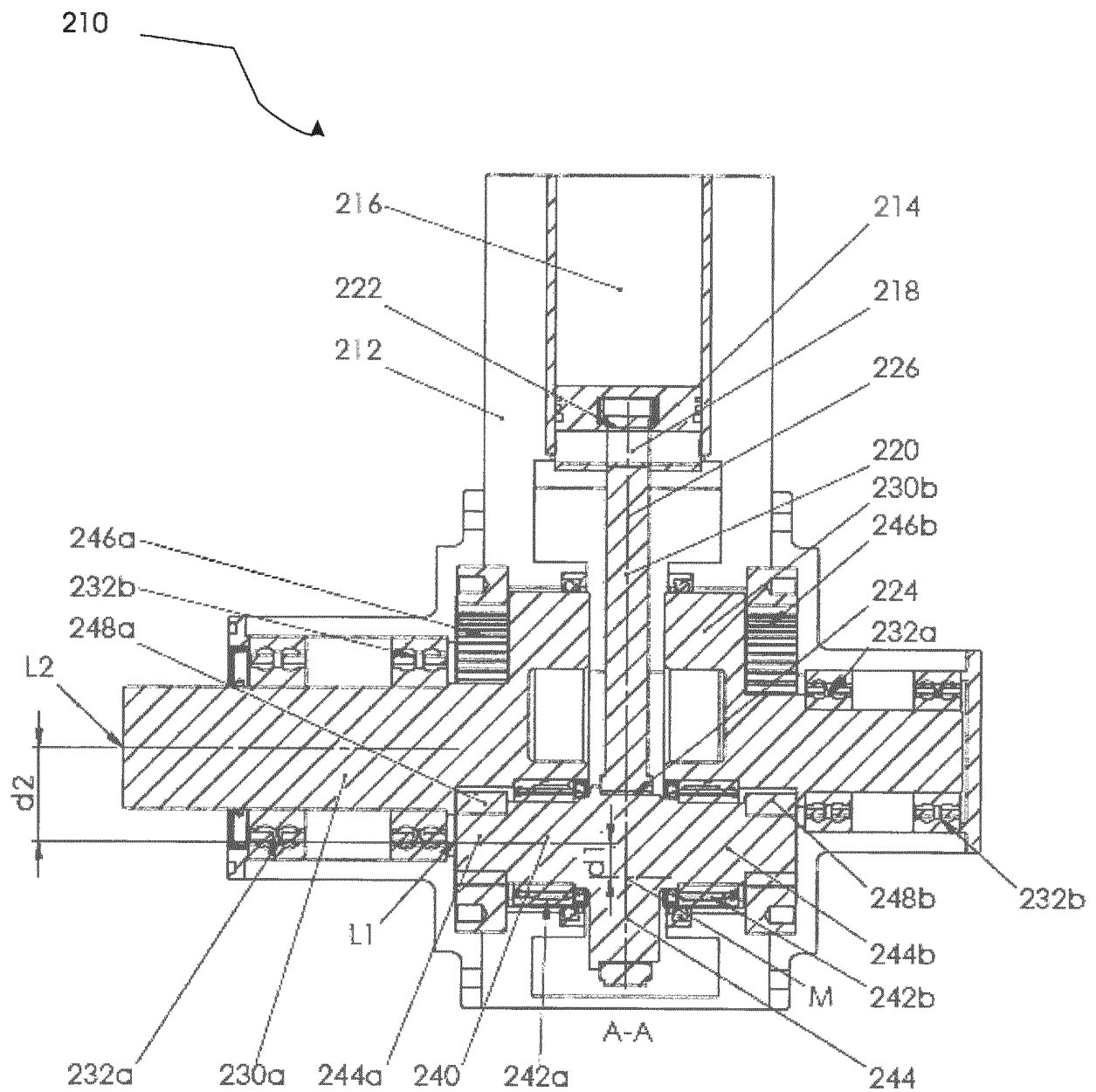


Fig. 3a

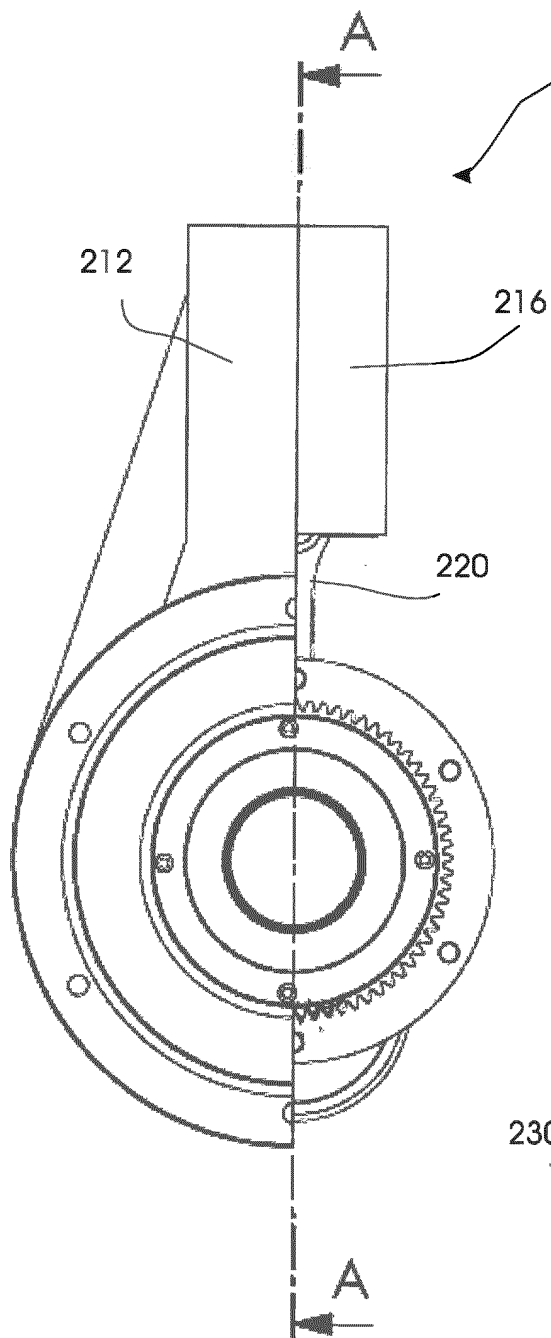


Fig. 3b

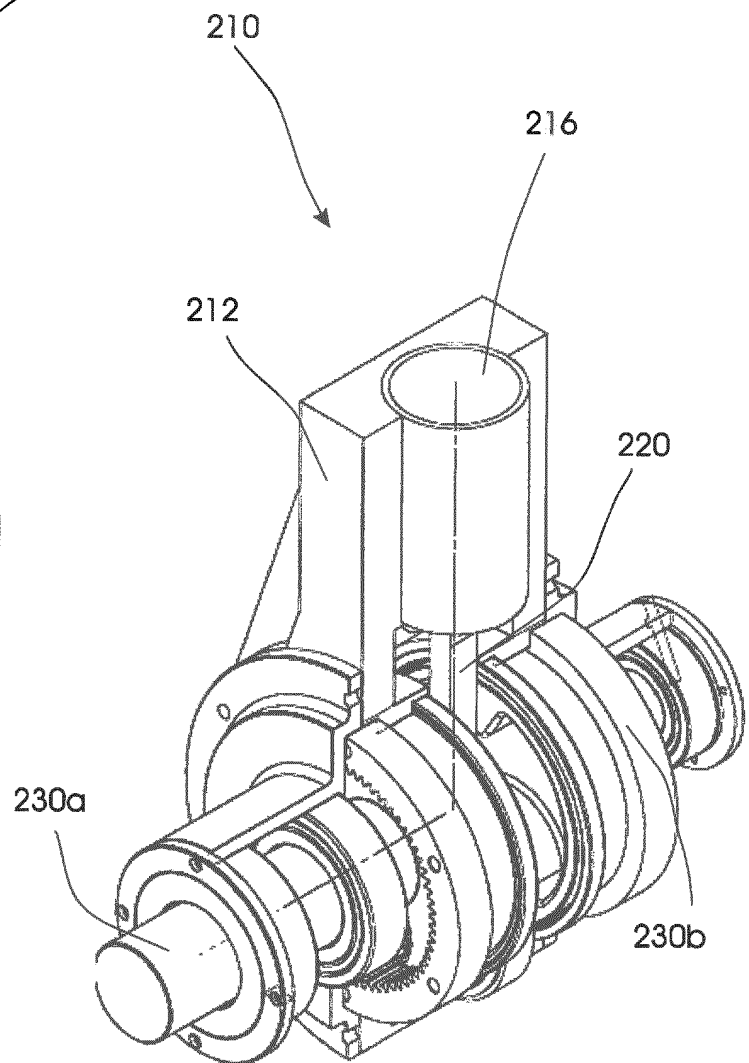


Fig. 3c

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- FR 2955149 A1 [0002]
- DE 4013754 A1 [0002]
- DE 102009005447 A1 [0002]
- GB 2053352 A [0003]
- DE 20308685 U1 [0005]
- DE 102007033909 A1 [0006]
- EP 1905983 A1 [0007]
- WO 9726453 A1 [0007]
- WO 9005862 A1 [0007]
- WO 0102752 A1 [0007]
- DE 440465 C [0007]